中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）44(3)：297～312（1995）

雞糞—鋸木屑堆肥微生物相變化之研究[1]

吳繼光　劉燕雪　簡宣裕[2]

摘要：雞糞—鋸木屑堆肥的微生物族群因堆肥日漸完熟而有逐漸減少的趨勢。新社不加米糠的雞糞—鋸木屑堆肥中，無論是高溫或常溫溶磷菌，以鋸木屑：雞糞混合比例16：8的處理爲最少，但會有因混合材料的碳氮比值的升高而有增加的現象。反之，在中埔添加米糠的雞糞—鋸木屑堆肥中，無論是高溫或常溫性溶磷菌均以鋸木屑：雞糞混合比例16：8的處理爲最高，且因著混合材料的碳氮比值的升高而有減少的現象。在新社堆肥場所製作之堆肥，其固氮菌總數因堆肥日趨成熟而逐漸減少；但在中埔的雞糞堆肥卻有日漸增加的現象。雞糞—鋸木屑的添加與混合比例會影響固氮菌的族群數量。此外，就整體來說，添加米糠於堆肥製作材料中，可促進溶磷菌或固氮菌的族群數；但就堆肥成分而言，米糠的添加對堆肥的全磷或全氮並沒有增加的效果。

關鍵詞：堆肥、固氮菌、溶磷菌、微生物相。

肥製作過程中微生物扮演著重要的分解者角色[19]。由於不同微生物的營養需求有所差異以及堆肥化過程中溫度的變化，使得微生物相隨著堆肥腐熟程度的不同而有所變化更替[2,4,7,15]。由於微生物相變化繁多，其中不乏許多有益之微生物。近來已有許多自堆肥成功分離出有益微生物的先例。如豬糞堆肥除臭菌，纖維素分解菌[6]，氯酚化物分解菌[18]，溶磷菌[3]，作物病原菌抑制菌[17]等。將這些有益微生物回接至堆肥中，具有除臭，縮短腐熟時間[13]，提高肥力[9]，幫助作物抗病[8]等功用。本研究的目的是在探討雞糞—鋸木屑堆肥製作過程中，雞糞與鋸木屑添加比例以及米糠的添加與否等不同處理，對微生物相和堆肥化學成分變化的比較。

材料與方法

本研究分別於臺中縣新社及嘉義縣中埔堆肥場，進行雞糞—鋸木屑堆肥中微生物相之調查研究。雞糞—鋸木屑堆肥所需之原料依重量比，分３種混合比例處理，２重複。（處理１）鋸木屑：雞糞：米糠＝16：8：1，（處理２）鋸木屑：雞糞：米糠＝16：4：1，（處理３）鋸木屑：雞糞：米糠＝16：2：1。另在新社堆肥場所製做的堆肥則未添加米糠，藉以比較米糠對堆肥中微生物相變化的影響。每處理堆積量爲10公噸，堆積高度１公尺，水分含量調爲60％，堆積處底下有通風管送風，送風量爲100公升／每分鐘‧每平方公尺，每星期用鏟裝機翻堆一次，自製作堆肥之日起，定期採集上層與下層堆肥，進行堆肥成分分析並分離及計算微生物的菌落數。

雞糞堆肥的成份分析及微生物相調查項目：

㈠全磷：樣品以硝酸與過氯酸（５：１）混合酸液分解，磷以維他命Ｃ顯色法顯色後，用光電比色器

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1801 號。
2. 本所農業化學系副研究員、約僱助理及助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

測定[1]。

(二)全氮：樣品以濃硫酸及催化劑分解後，用擴散法測定[1]。

(三)有機碳：以 Walkely 氏濕化法（Wet combustion method）測定[14]。

(四)可抽出性無機氮：以 2N KC1 250 毫升和 5 公克濕樣品混合，100rpm 搖盪 1 小時，用 Whatman No.42 濾紙過濾[10]。0.09克 Devard 催化劑放入擴散皿，並加入 5 毫升濾液。小杯皿裝入 4 毫升 4 %硼酸，置於擴散皿正中央，然後加入 45% K_2CO_3 1 毫升，以透明膠帶封住擴散皿，於室溫下經 3 天後，取出硼酸吸收液，以 0.01 N H_2SO_4 滴定。然後換算出樣品中無機氮含量[1]。

(五)還原醣：5 公克濕堆肥樣品加30毫升去離子水振盪 1 小時。用 1 號濾紙過濾，濾液以 Dinitrosacyclic acid reagent 方法測定[5]。

(六)常溫性及嗜高溫性細菌的分離與數量估算：

在每一混合樣品中，經過適當的稀釋後，以細菌旋轉稀釋儀（spiral system）均勻塗抹於營養平板培養基上[20]，並置於攝氏25及55度的培養箱中培養。經過 1～2 週後，計算菌落數。

(七)常溫性及嗜高溫性固氮菌的分離與數量估算：

稱取適量的樣品，經過適當的稀釋後，以三角玻棒均勻塗抹於選擇性平板培養基[11]上，並置於攝氏25及55度的培養箱中培養。經過數天後，觀察並計算菌落數。

(八)常溫性及嗜高溫性溶磷菌的分離與數量估算：

取適量的樣品，經過適當的稀釋後，以三角度棒均勻塗抹於 Young[21]平板培養基上，並置於攝氏25及55度的培養箱中培養。經過數天後，觀察菌落溶磷現象並計算菌落數。

結果與討論

一、雞糞混合比例對堆肥微生物相變化的影響

雞糞堆肥的微生物族群有因堆肥日漸完熟而逐漸減少的趨勢（圖 1—8）。在不同的雞糞混合比例下，增加雞糞的添加量，可以促進堆肥中還原糖的釋出（圖21）與增加溶磷菌的族群數（圖 5），但卻減少了固氮菌的族群數（圖 9，11）。這可能與雞糞中含有高量的有機氮所致，因為含氮量高的基質會影響固氮菌的生長[12,16]。鋸木屑與雞糞的混合比例以 2：1 為最佳，有助於堆肥中全氮與全磷的增加（圖13—16）。此外，由於增加雞糞的添加量可以促進微生物的活性，因此有助於炭氮比值（圖17—18）及有機質含量的下降（圖19—20），進而加速堆肥的完熟。

二、米糠的添加對堆肥微生物相變化的影響

在一般常溫性細菌與嗜高溫性細菌的族群總數的比較上，添加米糠的中埔雞糞堆肥中，其高溫性細菌總數較高（圖 3）；而未加米糠的新社雞糞堆肥，其常溫性細菌明顯較中埔為高（圖 2）。這種現象可能是因為添加米糠，造成微生物活動增加進而產生高溫後所選擇的結果。但就整體而言，添加米糠確可增加常溫性及高溫性有益微生物如溶磷菌（圖 5—8）、固氮菌的族群數（圖 9—12）。

溶磷菌族群在總數上，以中埔所製作的堆肥較新社者為高。在以新社不加米糠的雞糞—鋸木屑堆肥中，無論是高溫或常溫溶磷菌，以第一處理為最少，且有因混合材料的碳氮比值的升高而有增加的現象（圖 6，8）。反之，在中埔添加米糠的雞糞堆肥中，無論是高溫或常溫性溶磷菌均以第一處理的為最高且因著堆肥碳氮比值的升高而有減少的現象（圖 5，7）。這可能與碳氮比以及還原糖較多有關（圖21）。整體來說，溶磷菌族群因著堆肥的完熟而有日趨減少的現象。將來在提升堆肥品質時，宜考慮添加溶磷菌於完熟堆肥中[22,23]。

固氮菌族群在總數上，也以中埔所製作的堆肥較新社者為高。在新社及中埔兩堆肥場所製作之堆肥，亦因添加米糠的有無，而有所差異。在新社堆肥場，其固氮菌總數因堆肥的日趨完熟而逐漸減少（圖10，12）；反之，在中埔堆肥場則有因堆肥日趨成熟而日漸增加的現象（圖 9，11），此外，在

中埔與新社所製作的堆肥，無論是常溫性或嗜高溫性固氮菌的數量，也因著堆肥碳氮比值的升高而有增加。有關固氮菌族群因著雞糞一鋸木屑堆肥添加米糠後，造成族群優勢出現時間延遲的現象其原因尚待求證。

三、雞糞、鋸木屑混合比例與米糠的添加對堆肥成分變化的影響

在本試驗中，新社與中埔的雞糞堆肥的化學分析結果如圖13—20所示。有關全氮量的比較，就相同處理而言，以新社堆肥較中埔者爲高。這可能是由於中埔的堆肥經添加米糠後，因造成微生物的活性提高而消耗氮源所致。但就全磷量而言，在相同處理下，中埔的堆肥較新社者爲高。這與該堆肥中含有較高量的溶磷菌有關[23]。全氮及全磷的含量皆以第一處理較高。碳氮比與有機質含量則以第一處理下降最快（圖17—20）。可見添加氮源如雞糞等，確實可以增加微生物的活性，加速堆肥的腐熟[24]。至於，添加米糠對堆肥品質所造成的影響。以全氮量變化爲例，添加米糠的中埔堆肥，其全氮變化曲線先下降後再緩升（圖13）；相對的以不加米糠的新社堆肥，其全氮曲線則呈快速攀升（圖14）。由於中埔堆肥其全氮變化在第三週時曾下降至最低點，因此在其堆肥製作過程中，全氮的增加量較不添加米糠的新社堆肥來得低。有關全磷的變化也是一樣，添加米糠的中埔堆肥其全磷增加量較不添加米糠的新社堆肥來得高（圖15—16）。就有機質而言，添加米糠的中埔堆肥，其有機植含量下降較新社爲快，可見米糠的添加有助於促進微生物的活性並加速碳源的分解[25]。

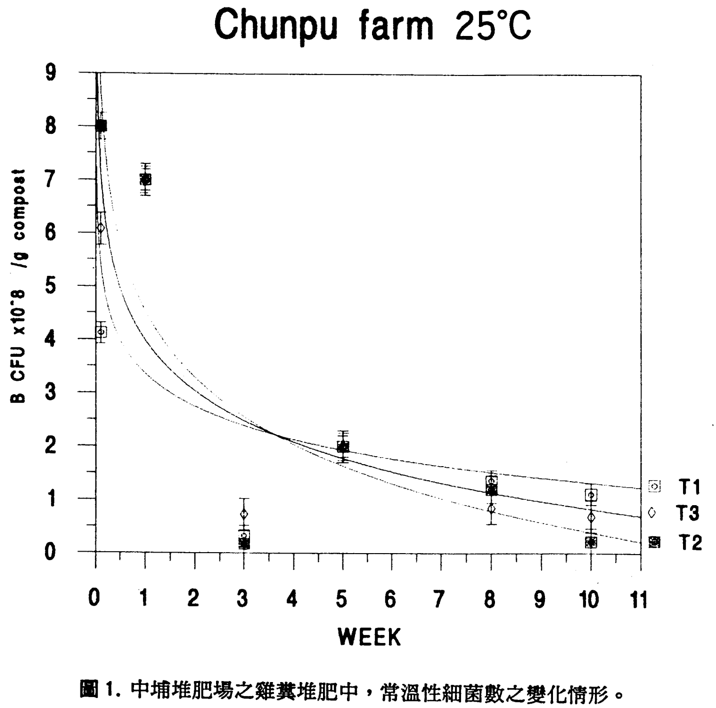

圖 1. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，常溫性細菌數之變化情形。

Fig. 1. Bacteria (B) count at 25°C in Chunpu farm. T1 : treatment 1, saw dust, chicken feces and mixed, 16 : 8 : 1 (W/W/W) ; T2 : treatment 2, saw dust, chicken feces and bran are mixed, 16 : 4 : 1 (W/W/W) ; T3 : treatment 3, saw dust, chicken feces and bran are mixed, 16 : 2 : 1 (W/W/W) 。

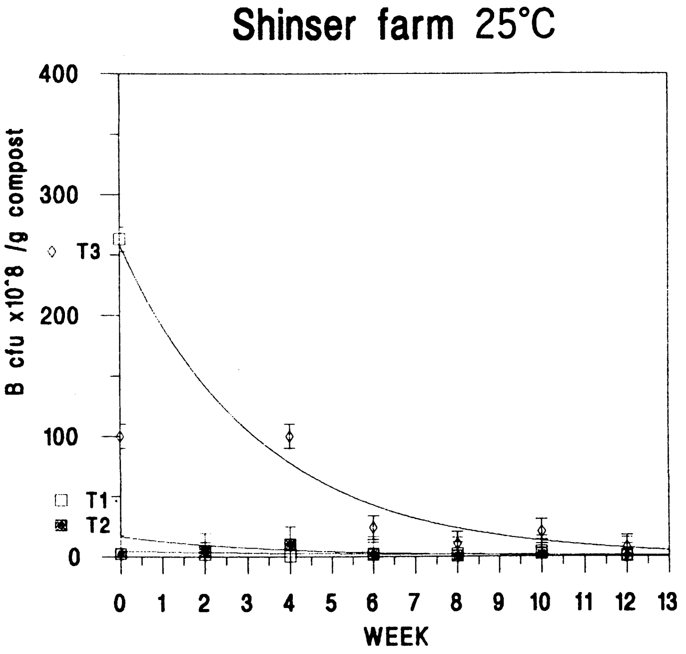

圖 2. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，常溫性細菌數之變化情形。
Fig. 2. Bacteria count at 25°C in Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

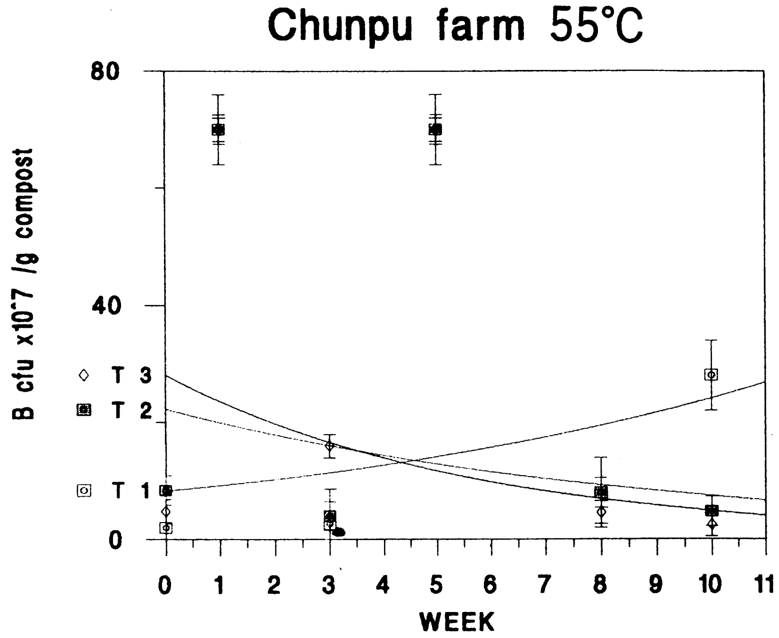

圖 3. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，高溫性細菌數之變化情形。
Fig. 3. Bacteria count at 55°C in Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig.1

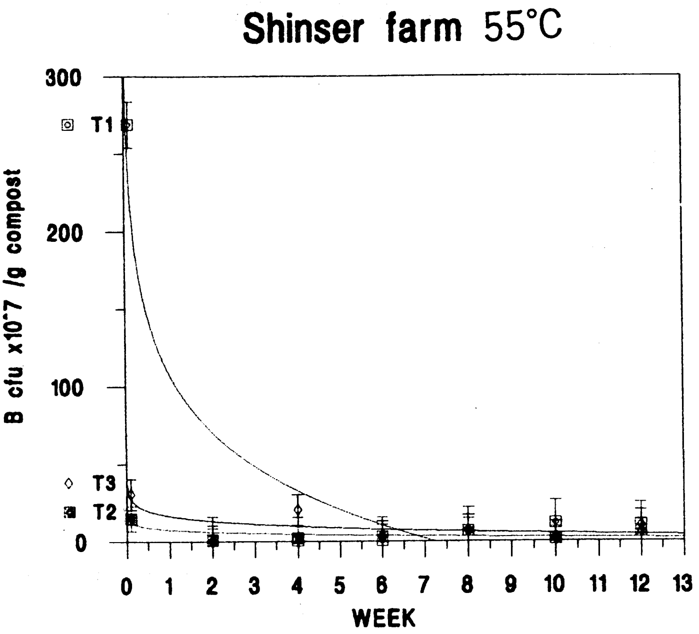

圖 4. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，高溫性細菌數之變化情形。

Fig. 4. Bacteria (B) count at 55°C in Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

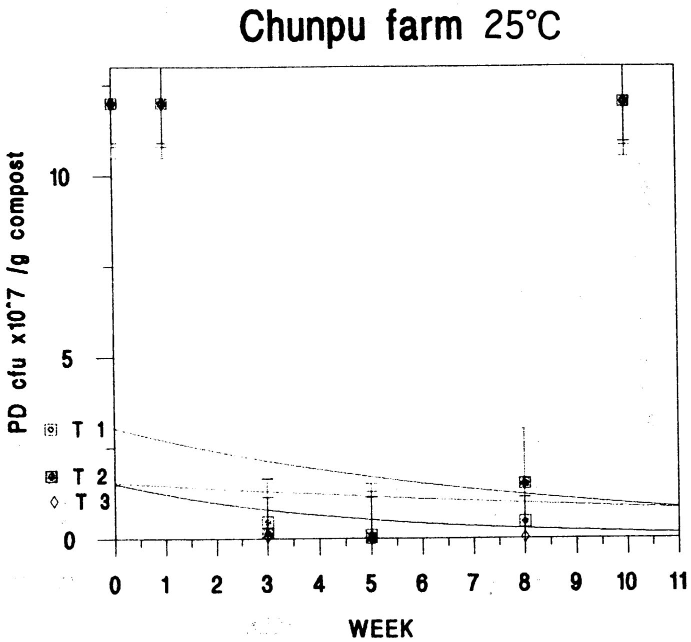

圖 5. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，常溫性溶磷菌數之變化情形。

Fig. 5. Phosphate-dissolving (PD) bacteria count at 25°C in Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

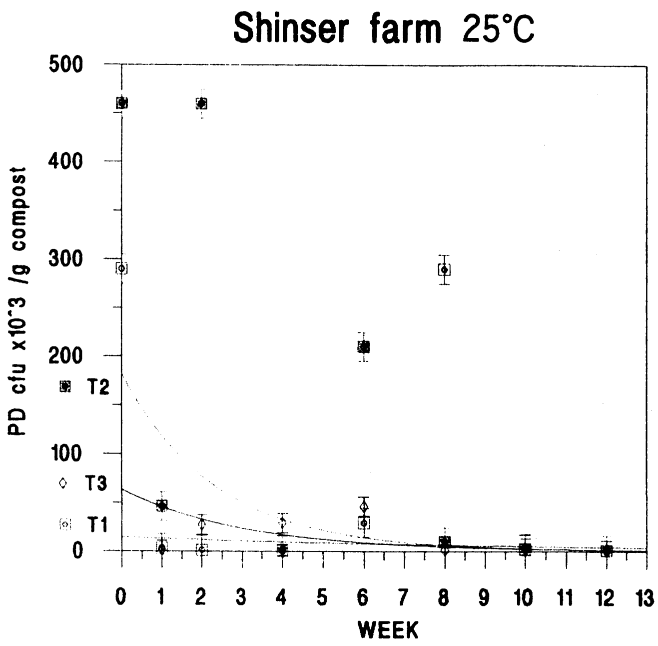

圖 6. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，常溫性溶磷菌數之變化情形。

Fig. 6. Phosphate-dissolving (PD) bacteria count at 25°C in Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

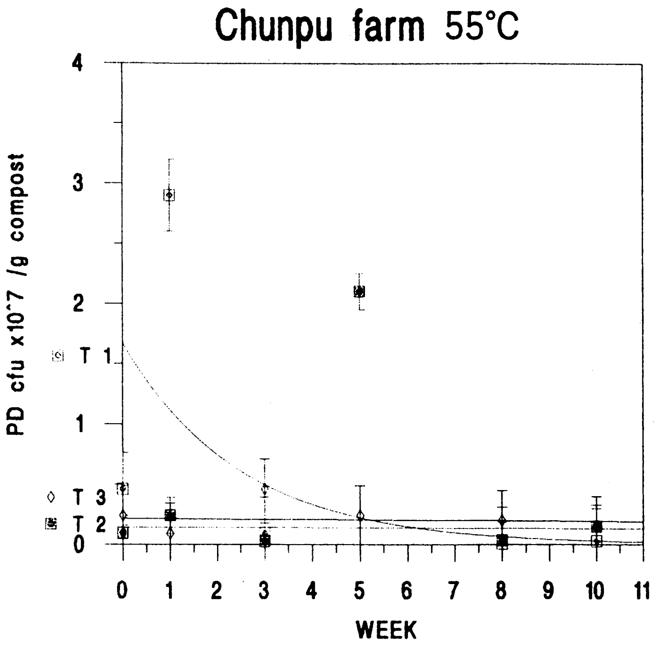

圖 7. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，高溫性溶磷菌數之變化情形。

Fig. 7. Phosphate-dissolving (PD) bacteria count at 55°C in Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

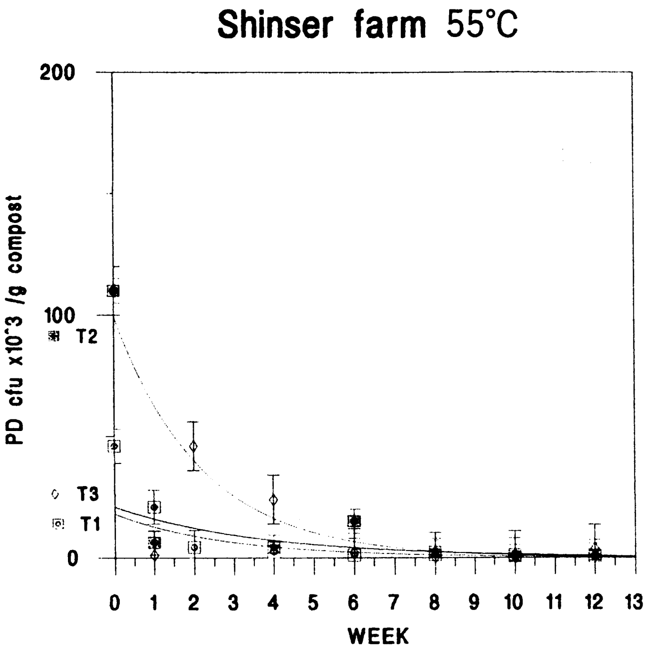

圖 8. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，高溫性溶磷菌數之變化情形。

Fig. 8. Phosphate-dissolving (PD) bacteria count at 55°C in Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

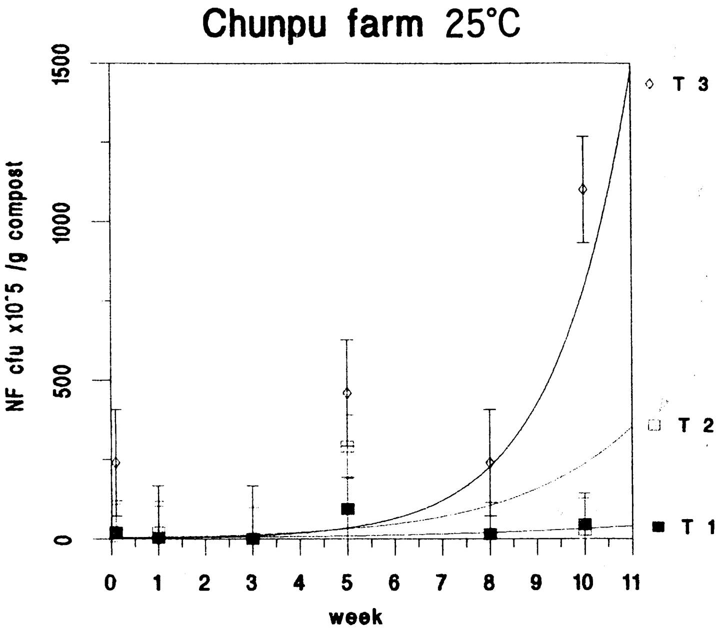

圖 9. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，常溫性固氮菌數之變化情形。

Fig. 9. Nitrogen-fixing bacteria (NF) count at 25°C in Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

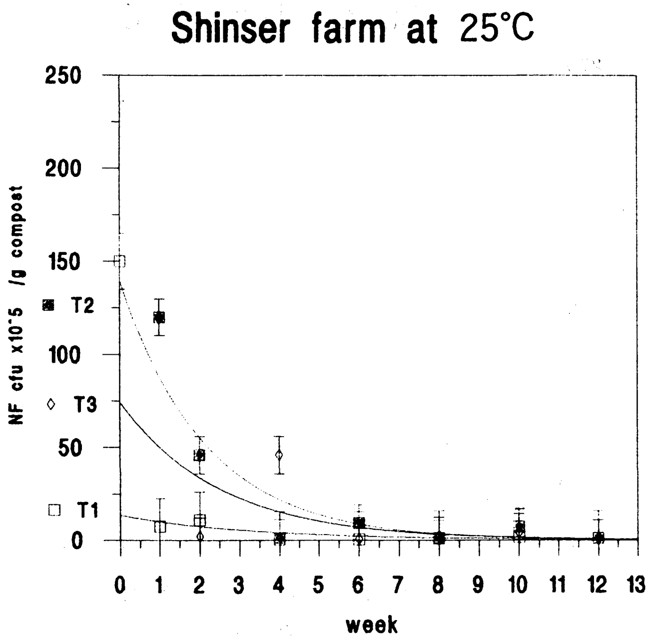

圖 10. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，常溫性固氮菌數之變化情形。

Fig. 10. Nitrogen-fixing bacteria (NF) count at 25°C in Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

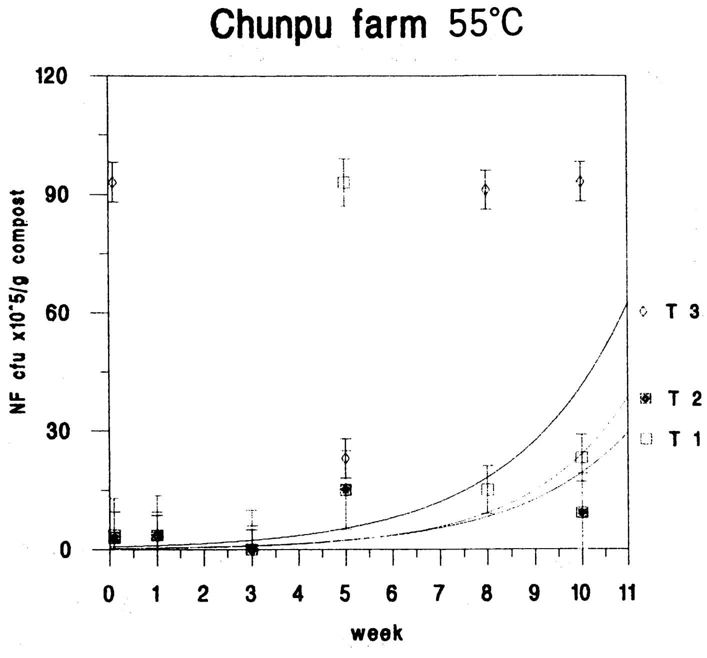

圖 11. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，高溫性固氮菌數之變化情形。

Fig. 11. Nitrogen-fixing (NF) bacteria count at 55°C in Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

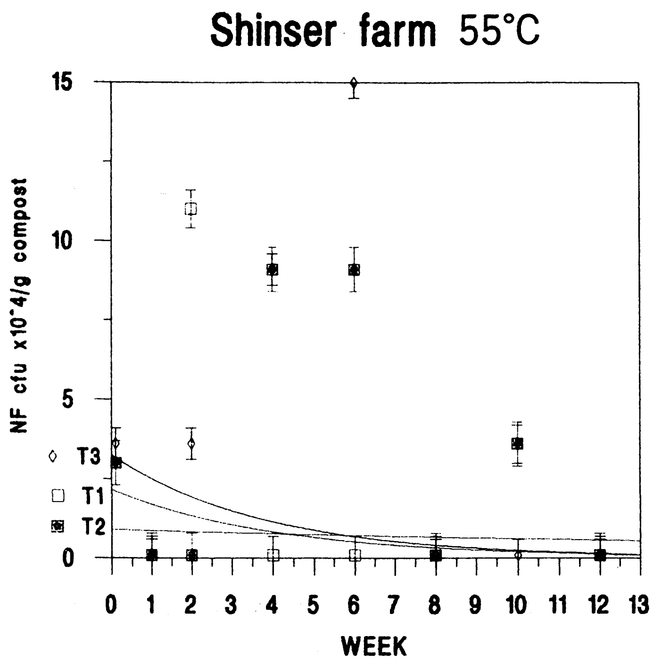

圖 12. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，高溫性固氮菌數之變化情形。

Fig. 12. Nitrogen-fixing (NF) bacteria count at 55°C in Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

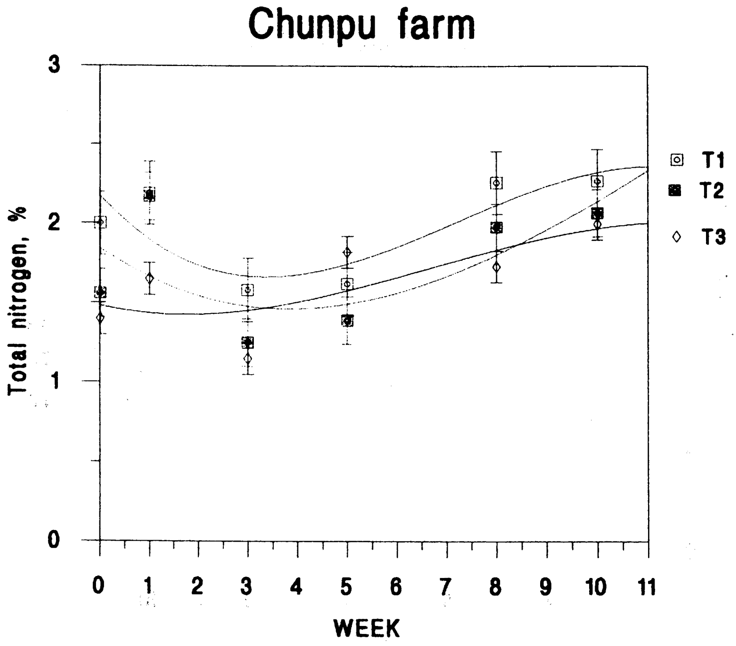

圖 13. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，全氮量之變化情形。

Fig. 13. Total nitrogen (TN) change in compost of Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

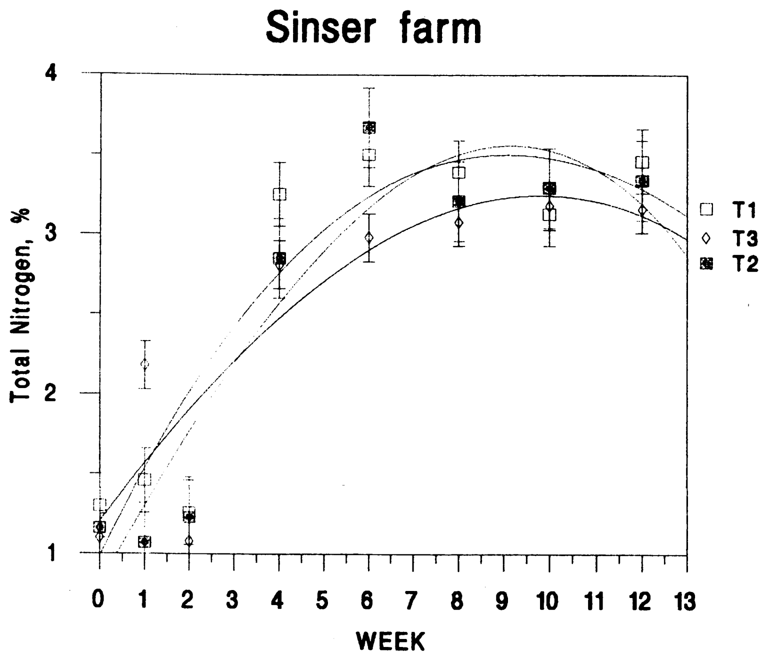

圖 14. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，全氮量之變化情形。

Fig. 14. Total nitrogen (TN) change in compost of Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

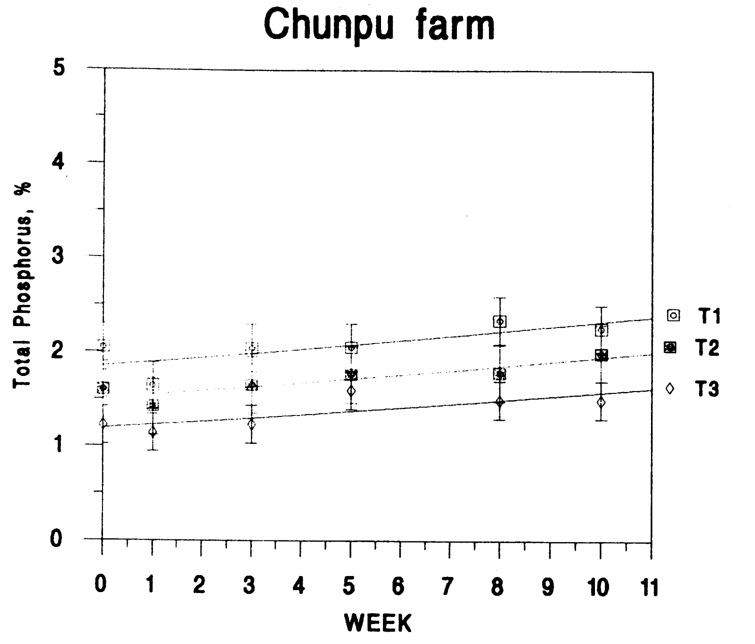

圖 15. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，全磷量之變化情形。

Fig. 15. Total phosphorus (TP) change in compost of Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

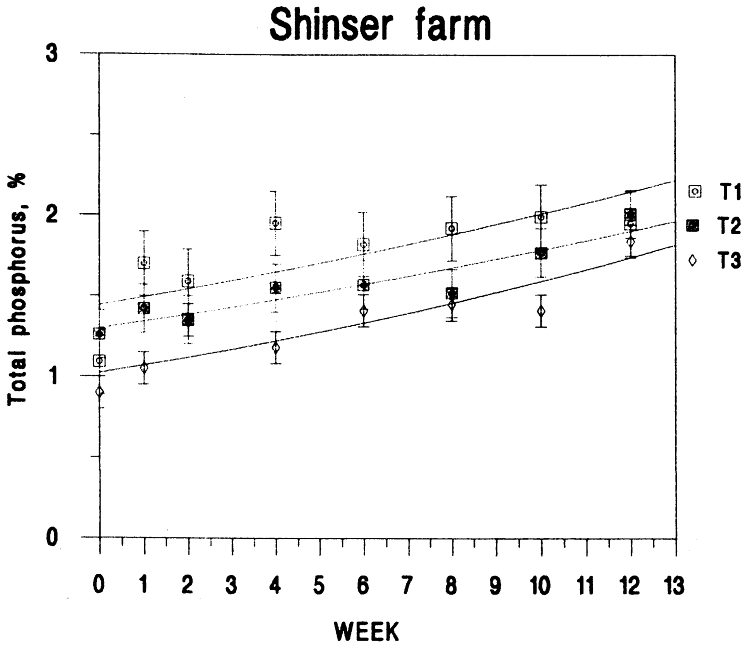

圖 16. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，全磷量之變化情形。

Fig. 16. Total phosphorus (TP) change in compost of Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

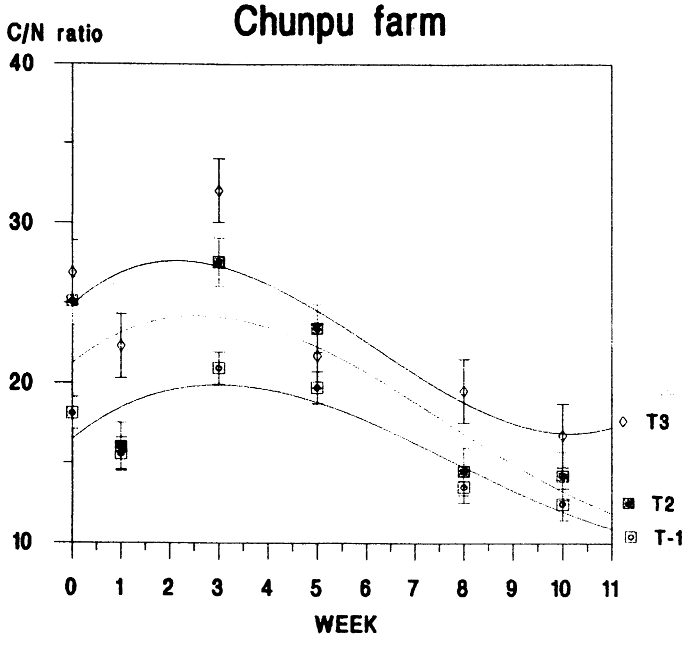

圖 17. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，碳氮量之變化情形。

Fig. 17. Carbon/Nitrogen (C/N) ratio change in compost of Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

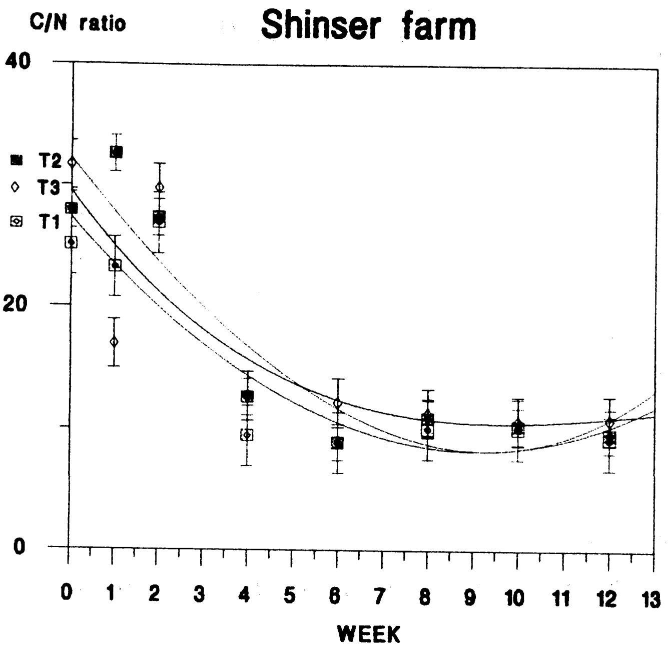

圖 18. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，碳氮量之變化情形。

Fig. 18. Carbon/Nitrogen (C/N) ratio change in compost of Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

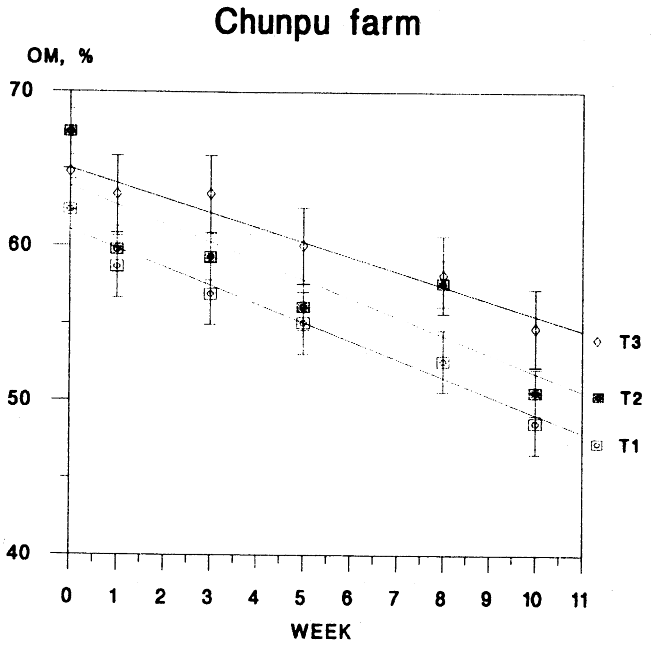

圖 19. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，有機質含量之變化情形。

Fig. 19. Organic matter (OM) change in compost of Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

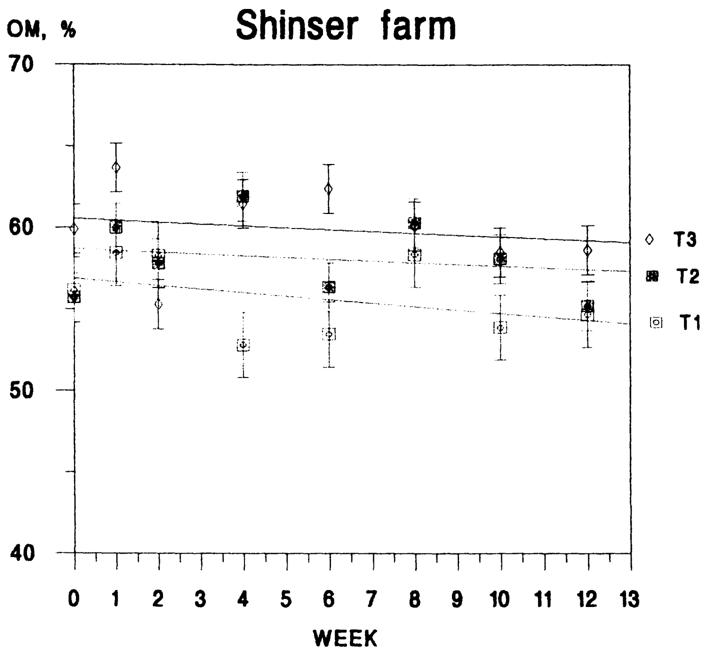

圖 20. 新社堆肥場之雞糞堆肥中，有機質含量之變化情形。

Fig. 20. Organic matter (OM) change in compost of Shinser farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

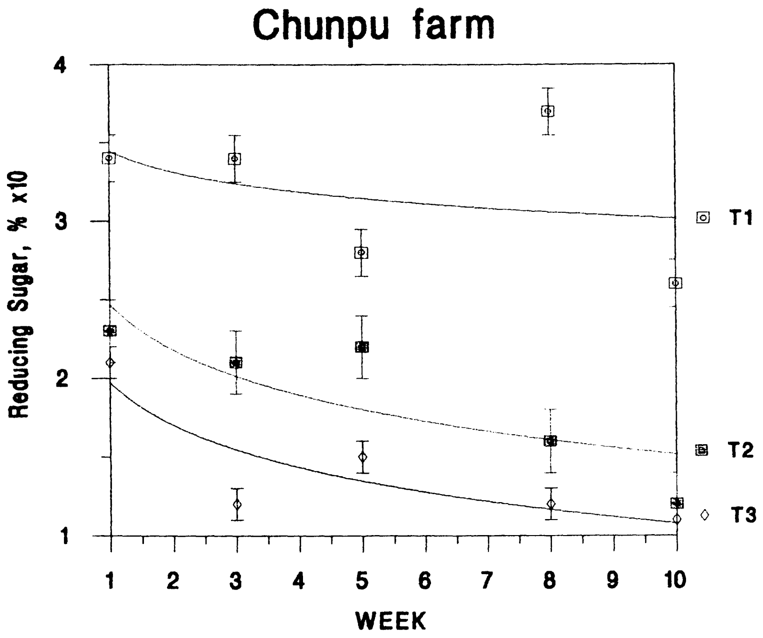

圖 21. 中埔堆肥場之雞糞堆肥中，還原糖之變化情形。

Fig. 21. Reducing sugar change in compost of Chunpu farm. T1, T2, T3 same as in Fig. 1.

誌 謝

本研究承農委會83科技—2.6—糧—57 (3) 及82科技—2.4—糧—22 (2—1) 計畫經費補助，在此致謝。

引用文獻

1. 張淑賢。1970。本省現行植物分析法—作物需肥診斷技術。第53—57頁。臺灣省農業試驗所編印。
2. Chang, Y. and H. J. Hudson. 1967. The fungi of wheat straw compost. I. Ecological studies. Trans. Brit. Mycol. Soc. 50 : 649—666.
3. Darmawal, N. S., R. B. Singh, and Rai Raman. 1989. Isolation of phosphate solubilizers from different sources. Current Sci. 58 : 570—571.
4. Ferugus, C. L. 1964. Thermophilic and thermotolerant molds and actinomycetes of mushroom compost during peak heating. Mycologia 56 : 267—284.
5. Fischer, E. H. and E. A. Stein. 1961. α-Amylase from human saliva. In : Biochemical Preparatioin, Vol. 8, ed. by A. Meister, John Wiley & Sons, Inc. New York, pp.27—33.
6. Ginnivan, M. J., J. L. Woods, and J. R. O'callaghan. 1977. Thermophilic fermentation of pig feces and straw by actinomycetes. J. Appl. Bacteriol. 43 : 231—238.
7. Hayes, W. A. 1968. Microbiological and biochemical changes in composting straw/horse manure mixtures. Mushroom Sci. 7 : 173—186.
8. Hoitink, H. A. J. and P. C. Fahy. 1986. Basis for the control of soil-borne plant pathogens with compost. Ann. Rev. Phytopathol. 24 : 93—114.
9. Kapoor, K. K., K. S. Yadav, D. P. Singh, M. M. Mishra, and P. Tauro. 1983. Enrichment of compost by *Azotobacter* and phosphate solubilizing microorganisms. Agricultural Wastes 5 : 125—133.
10. Kenney, D. R. and D. W. Nelson. 1982. Nitrogen-inorganic forms. In : Methods of soil analysis, part II. Chemical and microbiological properties, ed. by A. L. Page, ASA, Madison, pp. 648—649.
11. Knowles, R.1982. Free-living dinitrogen-fixing bacteria. In : Methods of soil analysis, part II. Chemical and microbiological properties, ed. by A. L. Page, ASA, Madison, pp. 1071—1092.
12. MacRae, I. C. 1975. Effect of applied nitrogen upon acetytene reduction in the rice rhizosphere. Soil Biol. Biochem. 7 : 337—338.
13. Matthur, R. S., S. P. Magu, K. V. Sadasivam, and A. C. Gaur. 1986. Accelerated compost and improved yield. Biocycle 27 : 42—44.
14. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In : Methods of soil analysis, part II. Chemical and microbiological properties, ed. by A. L. Page, ASA, Madison, pp. 570—571.
15. Strom, P. F. 1985. Effect of temperature on bacterial species diversity in thermophilic solid-waste composting. Appl. Environ. Microbiol. 50 : 899—905.
16. Trolldenier, G. 1977. Influence of some environmental factors on nitrogen fixation in the rhizosphere of rice. Plant and Soil 47 : 203—217.
17. Tunlid, A., H. A. J. Hoitink, C. Low, and D. C. White. 1989. Characterization of bacteria that suppress *Rhizoctonia* damping-off in bark compost media by analysis of fatty acid biomass. Appl. Environ. Microbiol. 55 : 1368—1374.
18. Valo, R. and M. Salkinoja-Salonen. 1986. Bioreclamation of chlorophenol-contaminated soil by composting. Appl. Microbiol. Biotech. 25 : 68—75.
19. Waksman, S. A., W. W. Umbrett, and T. C. Cordon. 1939. Thermophilic actinomycetes and fungi in soils

and in compost. Soil Sci. 47 : 37—61.
20. Wollum II. A. G. 1982. Cultural methods for soil microorganisms. In : Methods of soil analysis, part II. Chemical and microbiological properties, ed. by A. L. Page, ASA, Madison, pp. 781—802.
21. Young, C. C. 1990. Effects of phosphate-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of tree species in subtropical-tropical soils. Soil Sci. Plant Nutr. 36 : 225—231.
22. Bangar, S. G. and P. L. Patil. 1980. Effect of C/N ratio and phosphate fertilizer on the decomposition of wheat straw. J. Indian Soc. Soil Sci. 28 : 543—546.
23. Sadasivam, K. V., R. S. Mathur, S. P. Magu and A. C. Gaur. 1981. Enrichment of compost by *Azoctobacter* and phosphate solubilizer. Zentrbl. Bacteriol. Abt. II 136 : 628—630.
24. Parr. J. F. and S. B. Hornkick. 1993. Utilization of municipal wastes. In : Soil Microbial Ecology, ed. by F. Blaine Metting, Jr., Marcel Dekker, Inc., New York, pp 545—559.
25. Alexander, M. 1961. Organic matter decomposition. In : Introduction to Soil Microbiology, Johe Wiley and Sons, New York, pp. 139—162.

Microbial Dynamics in Chicken Feces-Saw Dust Compost[1]

Chi-Guang Wu, Yen-Sher Liu and Shiuan-Yuh Chien[2]

Summary

Microbial population decreases as compost reach to mature. In compost made at Shinser farm and not amended with rice bran, population of mesophilic and thermophilic phosphate-dissolving bacteria (PD) is positively correlated with C/N ratio. However, if compost material mixed with rice bran, both populations increase as C/N ratio decline. The population of free-living nitrogen-fixing bacteria (NF) in the compot of Shinser declined as compost approached maturity. In contrast, the compost of Chunpu farm, NF population increase as compost mature. The population of NF was influenced by the quantity of chicken feces added as composting material. Generally, the addition of rice bran into the production of compost could enhance the populations of PD and NF ; nevertheless, the effect of rice bran was negative to the composition of total nitrogen and total phosphorus.

key words : Compost, Nitrogen-fixing bacteria, Phosphate-dissolving microbes, Microflora.

---

1. Contribution No. 1801 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Soil Microbiologit, Research Assistant, Assistant Agricultural Chemist respectively, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.